

工 业 生 产 先 进 經 驗 汇 編

热 处 理 技 术

上海市生产技术局

上海市第一机电工业局 編

上海市科学技术协会

上 海 科 学 技 术 出 版 社

內 容 提 要

本书是根据上海市热加工技术革新展覽会中展出的热处理部分, 选择在生产上較成熟的、有推广价值的先进經驗, 加以系統整理汇编而成。内容包括氮气保护鋼带光亮热处理、先进的热处理設備、碳氮与硫氮共渗、固体粉末渗銘、高速鋼热处理、球墨鑄鉄凸輪軸等温淬火、精密絲杠热处理等十四篇資料。

本书可供热处理技术人員和工人参考。

工业生产先进經驗汇编

热 处 理 技 术

上海市生产技术局
上海市第一机电工业局 編
上海市科学技术协会

上海科学技术出版社出版 (上海瑞金二路 450 号)

上海市书刊出版业营业許可証出 093 号

上海新华印刷厂印刷 新华书店上海发行所发行

开本 850×1156 1/32 印张 3 22/32 排版字数 97,000

1965 年 12 月第 1 版 1966 年 3 月第 2 次印刷

印数 5,001—23,000

統一书号 15119·1862 定价(科四) 0.44 元

前 言

近年来,本市鑄造、鍛造、焊接、热处理工艺方面的广大职工,在比、学、赶、帮、超增产节约运动中,高举毛澤东思想紅旗,奋发图强,自力更生,学創結合,在生产实践中創造了很多行之有效的革新經驗,迅速提高了工艺技术水平,在生产上取得比較显著的效果。

为了傳播这方面的先进經驗,举办了上海市热加工技术革新展览会。現将展览会中所展出的具有普遍推广意义的项目汇编成册,分为鑄造、鍛造、焊接和热处理四个专辑,由上海科学技术出版社出版,以供有关单位推广交流参考。

本汇编承上海市机械工程学会各有关专业学組协助审阅,特志謝忱。

由于編印时间匆促,錯誤之处,請讀者指正。

編者 一九六五年十月

目 录

1. 氮气保护鋼帶光亮热处理	1
2. 汽車鋼板彈簧热处理設備	11
3. 絲材連續真空热处理炉	18
4. 自行車止推軸承的碳氮共滲	26
5. 軟氮化工艺	40
6. 高速鋼刀具的液体硫氮共滲	43
7. 模具固体粉末滲鉻	52
8. 曲軸氮化	59
9. 高速鋼貝氏体处理	69
10. W12Cr4V4Mo 高速鋼的性能和热处理	74
11. 球墨鑄鉄凸輪軸等温淬火	83
12. 鉻鎢錳鋼精密絲杠热处理	87
13. 大型彈簧电阻加热淬火	99
14. 微粒鋼球的盐浴炉淬火	105

1. 氮气保护鋼带光亮热处理

上海市冶金工业局

(一) 前 言

随着近代工业迅速发展,各部門迫切要求冶金工业提供质量高、数量多、成本低的优质鋼带。在国外薄板及薄带的热处理普遍采用保护气氛,它不仅能防止氧化,减少金属損耗,而且在某些气氛中对金属起淨化作用,从而改善或提高金属的机械物理性能。保护气体热处理在我国冶金工业中,亦被广泛地应用。

原某厂鋼带退火利用箱式电炉(H-75、H-30型),装包填充生鉄屑子,防止氧化和脱碳,不仅周期长,而且加热不均,成本高(80元/吨),劳动强度高,生产条件差,薄鋼带的质量还不能得到保証。为了弥补上述缺陷,提高产品质量,該厂自行設計制造氮气保护罩式炉2組,用煤气加热,氮气保护。經初步試驗,获得了良好效果,达到光亮目的,不仅生产周期短,成本低(10元/吨),簡化了酸洗工序,而且大大減輕了劳动强度,改善了生产条件,更主要的是把产品质量提高到一个新的水平。

(二) 主要設備参数及作用原理

【木炭反应炉】	功 率	60 千瓦
	有效直徑×高度	Ø226×3094 毫米,三个反应器
	加 热 元 件	Ø4 毫米鉻鋳电阻絲(Cr20Ni 80)
	最高加热温度	1100°C 以下
	使 用 温 度	920°C

图1所示为木炭反应炉淨化装置工艺流程示意图。其中硅胶、分子篩的再生工艺見表1。

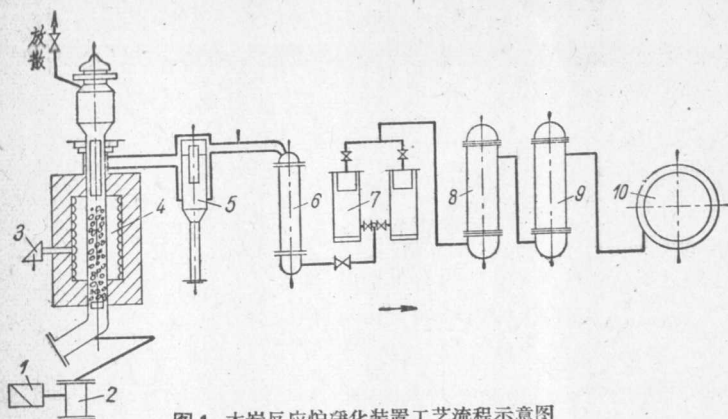


图1 木炭反应炉净化装置工艺流程示意图

1—压力泵；2—脱水器；3—热电偶；4—木炭反应炉；5—除尘器；
6—冷却器；7—过滤器；8—硅胶；9—分子筛；10—炉子

表1 硅胶、分子筛的再生工艺

名 称	型 号	使用时间	使用温度	再 生 工 艺	说 明
硅 胶	—	6~7 天	室 温	150~180°C 4 小时	第一次使用必须经 500~470°C 8 小时活化处理
分子筛	5A°	6~7 天	室 温	300~400°C 3 小时	

【罩式炉】 其外形如图2所示,共二组,每组三个炉台,每个外罩有6个
Ø28毫米高压喷射式煤气烧嘴。

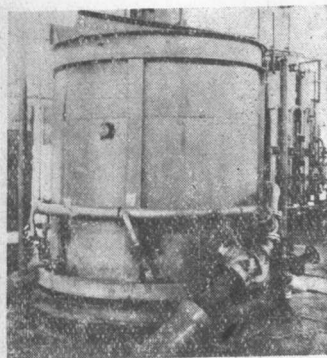


图2 罩式炉

外罩直径×高度 1500×1836 毫米

最高加热温度 800°C

内罩直径×高度 920×1516 毫米

材 料 1Cr18Ni9Ti, 厚度
4 毫米

最高加热温度 1100°C

作用原理:

(1) 控制气氛制备原理

根据热处理要求,应严格选择控制气氛,该厂利用氧气站副产氮作为

保护气体,其中含有3~5% O₂ 和饱和水分,如在热处理过程中,不把氮气内氧和水分去掉,势必造成钢带表面氧化。必须在N₂内含有适当比例的还原性气体。该厂是使氧气站来的废氮,先经过三只脱水装置,然后通入木炭反应炉,去除氧气和部分的水,其反应式如下:



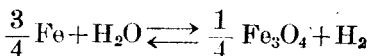
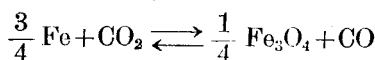
氮气中氧经赤热木炭化合成CO₂,然后在高温下被炭还原成CO。前一个反应是放热反应,后一个反应是吸热反应。但放出的热量远不足于吸收的热量,故为了彻底清除CO₂和H₂O,必需使木炭层的温度高于900°C。

木炭炉上部引出的气体,通过旋风除尘器,除去氮气内夹带的炭渣和炭粉,然后通过管式冷却器,将氮气的温度降到40~50°C,再通过细铜丝网及纱布组成的过滤器后,通入硅胶、分子筛,最后通到炉内。

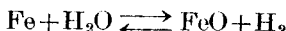
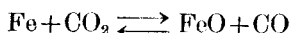
根据资料介绍和实践证明,获得光亮钢带的条件不是氧化剂(CO₂、H₂O)的绝对含量,而是CO₂与CO或H₂O与H₂的比值。

高温下,钢被氧化的反应如下:

当温度低于570°C时,



当温度高于570°C时,



(2) 罩式炉内气体流动方式

罩式炉内气体流动方式如图3所示,为了加速对流热交换,在炉台上备有热流风扇、双层壁内罩和对流环。保护气体由热流风

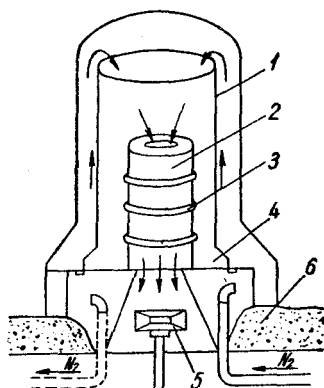


图3 罩式炉内气体流动方式

1—双层壁内罩；2—钢带卷；3—对流环；
4—炉台；5—热流风扇；6—砂封

扇甩向内壁的周缘。通过对流环空隙，将内罩外层的热量带走，使保护气氛均匀分布在钢卷内外层，然后被风扇所吸入。这样有組織地对流，大大提高了加热速度，并使温度均匀。

(三) 試生产情况

为了达到光亮退火目的，不但要控制合格的炉气成分，而且要掌握操作，因为操作的好坏直接影响钢带的光亮程度。从木炭反应炉出来的氮符合下列情况下：

CO	O ₂	CO ₂
3~8%	0~0.2%	0~0.4%

方可通入内罩进行冷吹，用以排除罩内的空气。然后再扣上外罩加热，并进行热吹，以去除钢带表面油污及挥发物。为了防止钢带表面出现黑斑，热吹要进行到放散管内没有黑烟为止。

在热处理过程中，内罩应保持一定的压力：

冷吹时压力为	25~30 毫米水柱
热吹时压力为	15~20 毫米水柱
保温、降温时压力为	10~15 毫米水柱

內罩压力較大的原因是由于炉台密封性較差，为了始終保持炉內正压，在处理过程中氮气不能中断，一直到冷却至 80°C 时为止。

(1) 木炭反应炉

根据氧化的原理，可能防止氧化的 CO/CO_2 之比应大于或等于 2，这在实际生产中能达到要求。

在不同温度下气体的成分見表 2。

表 2 在不同温度下气体的成分

温 度 (°C)	CO (%)	O ₂ (%)	CO ₂ (%)	N ₂ (%)	CO/CO ₂
800	5.4	2.6	0.50	90	>2
860	5.4	2.0	0.45	92.6	>2
880	6.2	0.2	0.3	93.6	>2
900	6.5	0	微量	93.8	>2
920	7	0	微量	93	>2
940	7~8	0	微量	92	>2
960	7.5~8	0	微量	92	>2
980	8~9	0	微量	91	>2

注：氮气原始成分为 O₂ 3~5%，饱和水分未分析。

从表 2 中可看出，木炭反应炉一般加热温度在 900°C 以上，才能得到合格的炉气成分。

(2) 試驗工艺与結果討論 (見表 3~6)

表 3 氮化工艺試驗之一

(1) 木炭反应炉

加 热 温 度 (°C)	换 炉 时 間	炉 气 分 析 (%)		
		CO	O ₂	CO ₂
940~960	只利用一只炉	2~2.3	0.4~0.2	0.2~1.6

注：换炉時間系指輪流調換木炭管的时间，以下同。

(2) 具体試驗工艺

鋼 种	50A 甲	加热温度(°C)	700	表 面 情 况
規 格(毫米)	2×130	保温時間(小时)	5	出炉后鋼帶全部氧化
裝 入 量(公斤)	1303	吊去外罩温度(°C)	450	
圈 数	9	吊去內罩温度(°C)	<150	
退火周期(小时)	27			

注：內罩压力为 10~20 毫米水柱。

表 4 氮化工艺試驗之二

(1) 木炭反应炉

加 热 温 度 (°C)	換 炉 时 間 (小时)	炉 气 成 分 (%)		
		CO	O ₂	CO ₂
880~945	4~18	4.6~2.3	0~0.2	0.4~1.2

(2) 具体試驗工艺

鋼 种	50A 甲	加热温度(°C)	700	表 面 情 况
規 格(毫米)	0.8×45	保温時間(小时)	6	1. 边緣发藍, 中間发亮; 2. 鋼帶外圈有 輕微的炭黑 出現
裝 入 量(公斤)	700	吊去外罩温度(°C)	450	
圈 数	4	吊去內罩温度(°C)	<150	
退火周期(小时)	17			

注：內罩压力为 10~15 毫米水柱。

表 5 氮化工艺試驗之三

(1) 木炭反应炉

加 热 温 度 (°C)	換 炉 时 間 (小时)	炉 气 成 分 (%)		
		CO	O ₂	CO ₂
940	8-8-8	3.0~8	0~0.4	0~0.5

(2) 具体試驗工艺

鋼 种	T9 A	加热温度(°C)	740	表面情况
規 格(毫米)	0.4×90	保温時間(小时)	4	达到光亮要求
装 入 量(公斤)	500	吊去外罩温度(°C)	620	
圈 数	5	吊去內罩温度(°C)	<80	
退火周期(小时)	25			

注：內罩压力

在冷吹或热吹时压力为 17~25 毫米水柱；

在升温、保温时压力为 13~14 毫米水柱；

在降温时压力为 10 毫米水柱。

表 6 氮化工艺試驗之四

(1) 木炭反应炉

加 热 温 度 (°C)	換 炉 时 間 (小时)	炉 气 成 分 (%)		
		CO	O ₂	CO ₂
920	8-8-8	3.4~6	0~0.2	0~0.4

注：露点

經木炭炉 -18°C；

經 硅 胶 -40°C；

經分子篩 -55°C。

(2) 具体試驗工艺

鋼 种	50A 甲	加热温度(°C)	720	表面情况
規 格(毫米)	1.8×97	保温時間(小时)	7	光 亮
装 入 量(公斤)	1020	吊去外罩温度(°C)	620	
圈 数	8	吊去內罩温度(°C)	<80	
退火周期(小时)	31			

注：內罩压力

在冷吹与热吹时压力为 20~25 毫米水柱；

在升温、保温、降温时压力为 15~20 毫米水柱。

表 7 鋼帶表面脫碳情况

(毫米)

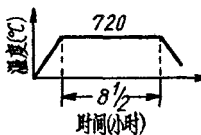
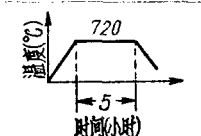
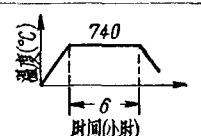
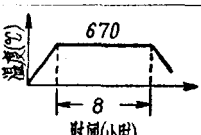
鋼 种	規 格	热 处 理 工 艺	脫 碳 层
50A 甲	1.6×100	 620°C 吊去外罩 < 80°C 吊去內罩	0.0109 至 0.06
70 Si2CrA	1.1×100	 620°C 吊去外罩 < 80°C 吊去內罩	0.01 至痕迹
T9 A	1.3×90	 620°C 吊去外罩 < 80°C 吊去內罩	0.0109 至 0.0218
60 Si2Mn	2×100	 620°C 吊去外罩 < 80°C 吊去內罩	0.0137 至痕迹

表 7 中所列脫碳层深度,經初步分析认为是坯料引起的,一般規定供冷軋用的热轧坯,允許存在 3% 的脫碳层,即 3.0 毫米坯料允許 0.09 毫米,实际供料脫碳层波动在 0.04 至 0.08 毫米。这在冷軋过程中是很难消除的,因此在成品上存在有残余脫碳层。罩式炉处理过程中是否会脫碳? 究竟脫多少? 还没有作过詳細統計,有待进一步查实。

(四) 試驗过程中产生的問題

(1) 設備方面

鋼帶在处理过程中,由于設備发生故障而造成鋼帶严重的氧化。

1) 炉台密封性差,造成炉台漏气,当内罩压力小于 10 毫米水柱时,使大量气体吸入内罩,造成钢带表面氧化;当内罩压力大于 10 毫米水柱时,内罩保持正压,防止了钢带表面氧化。

2) 热流风扇六角螺帽由于密封性不好造成漏水,使钢带严重地氧化,为防止这个缺陷,对六角螺帽必须严格地进行密封,并利用铅作为垫圈来增加密封性。

3) 氮系利用水环式真空泵进行加压,由于此泵有问题,往往在生产中出现氮气与水分一起输入,造成钢带表面严重氧化。关于压力泵选择问题,我们还没有做过工作,故现在利用硅胶与分子筛作为脱水装置。

(2) 工艺方面

1) 为了得到合格的炉气成分,木炭反应炉应控制在一定的温度范围内,当反应炉内温度低于 900°C 时,氮气内的氧气与水分将不能去掉。当反应炉温度高于 940°C 时,氮内 CO 含量将大于 8%,使钢带表面出现大量炭黑,并使反应管使用寿命大大降低,故木炭反应炉要控制在温度 920°C 。

2) 木炭反应炉在处理过程中容易造成挂炭现象,使炉内氧与二氧化碳含量增加,破坏 CO/CO₂ 的合适比例。为避免挂炭现象,必须选用 20~30 毫米大小粒度的炭粒,并于事先进行烘干。

3) 当木炭反应炉使用时间过长时,如果木炭全部燃烧完,反应炉将不起作用,造成氮内氧气、CO₂ 过多,得不到要求的保获气氛,从而使钢带氧化。

(五) 罩式炉处理的优越性

1) 钢带处理后质量好,主要表现在:

① 钢带表面光亮;

② 取消了酸洗,因而避免了由于酸洗带来的各种缺陷;

③ 取消了生铁屑填料,避免了由于生铁屑所带来的粘结与钢带表面黑斑现象,减少了钢带表面与生铁屑的擦伤;

④ 被处理钢带的内在性能均匀良好。罩式炉热源分布均

勻，鋼帶機械性能與組織較之由二側及底部加热的箱式爐处理的鋼帶为好。我們发现箱式爐前后二端溫度較低，使鋼帶硬度及軋后公差产生周期性的变化。

⑤ 由于加热均透時間少、保温時間短及冷却速度快，因而可以使高碳鋼在石墨碳易析出的溫度區間內有較少的时间停留，避免了高碳鋼的石墨化。根据我們試驗得出的数据，由箱式爐处理的高碳鋼，鋼帶石墨碳一般波动在1~3級，而由罩式处理者石墨碳都在0級。

2) 利用罩式爐处理有可能强化加热，快速升温，短时保温及吊外罩快速冷却。因此升温、保温、冷却三个阶段的时间都較箱式爐处理为短，单位小时产量較箱式爐有很大提高。

3) 成本低，由每吨80元降低到每吨10元左右，取消了酸洗，减少了金属損耗。

4) 劳动条件好，各种工艺参数均可用仪表控制，劳动强度低，环境卫生得到改善。

(六) 結 束 語

氮保护光亮热处理，在該厂从无到有，从不会到基本掌握，时间还很短，因此不論在操作技术、热处理工艺等方面，都还处在摸索和巩固阶段。根据近半年来的試生产情况，基本摸出了适应于碳素工具鋼、碳素結構鋼、彈簧鋼等冷軋鋼帶的保护气氛成分和热处理工艺。我們认为要获得光亮必須注意以下几个問題：

1) 氮气必須脫水良好，保証露点在 -40°C 以下，并定时分析炉气成分，使符合下列規定：

CO	O ₂	CO ₂
3~8%	0~0.2%	0~0.4%

2) 为防止鋼帶处理后被炭黑所沾污，我們的經驗是：

① 鋼帶表面去油必須彻底；

② 在加热期的室溫至 600°C 溫度範圍內，应进行放散，使油污的揮发物从內罩中排除出去；

③ 保护气氛内 CO 的含量不能过多,否则会造成鋼带表面大量炭黑。

3) 欲得到合格的保护气氛,木炭加热炉温度必須大于 900°C。

4) 严格操作,防止漏水、漏气。

經過半年試制摸索,取得了一些成績,但从目前情况来看还存在不少問題,有待进一步探討,如厚度在 0.2 毫米以下的薄带,处理后平直度很差,难以滿足条件規定;对鉻 13 型不銹鋼,还不能达到光亮目的。

2. 汽車鋼板彈簧热处理設備

卫海鉄工厂

(一) 前 言

汽車鋼板彈簧是汽車底盘部分的一种重要配件,它起着連接車輪与車架、承受全車大部分重量、以及調節車輪的震动等作用,所以它的质量好坏,直接影响到車輛的運轉。

由于鋼板彈簧的工作条件非常繁重,所以要求它具有較高的强度和一定的塑性及良好的抗疲劳性,这些性能都必須通过热处理来获得。此外在热处理时还应保証工件有最小的变形,才能使鋼板便于装配,并使各鋼板片間的应力有良好的分布,不致使它过早断裂。但由于鋼板是一种长而薄的板条状工件,故其变形控制是較為困难的。

强度和变形是鋼板彈簧热处理中的两个主要关键,要解决这些关键,必須有一套良好的专用设备。虽然国内外已設計出許多型式的专用设备,但这些設備有些只能适用一种牌号鋼板彈簧的大批生产;有些使热处理后的鋼板变形較大,达不到工艺要求。

我厂根据生产需要,决心自行設計和制造一套汽車鋼板彈簧

熱處理設備。但由於我廠沒有大型的加工設備，也沒有較精密的機床，在我們面前的確存在着不少困難，但是經過全廠職工共同努力，終於在短短的半年時間內，完成了這套設備的設計和製造任務。到現在為止，這套設備已投產近一年，實踐證明，它不但具有調整方便、適合配件生產多品種的要求，而且能保證達到強度和變形這兩方面的工藝要求，同時還減輕了工人同志的勞動強度、節約了勞動力。

這種設備還適用於其他類似的薄板狀工件的熱處理。

(二) 設備結構及動作原理

本設備係由電氣控制機構、夾具本體、液壓傳動結構等三大部分組成。

夾具本體由上夾、下夾及脫料機構三部分組成，在液壓傳動及電氣控制的配合下，完成以下五個動作：

- 1) 將已加熱的鋼板彎曲成圓弧形；
- 2) 在夾緊狀態將鋼板淬入油池；
- 3) 將工件在油中擺動，加速冷卻；
- 4) 待鋼板冷卻至馬氏體點以下，上下夾鬆開，脫料機構將工件推出，使工件落入油缸底部，繼續冷卻；
- 5) 夾具復位，以便進行第二次循環。

(1) 結構動作原理

設備的外形如圖1照片所示，各部件的動作原理如圖2所示。鋼板在淬火以前，需彎曲至一定的弧形，不同車型的鋼板具有不同的彎曲半徑，因此，事先需按樣板將上下夾的夾腳17調整好。工件加熱至淬火溫度後，由操作人員自爐中移至上下夾之間，然後按圖3所示的電氣原理動作：按動電鈕K2，使電磁操縱滑閥(1)的電磁鐵3M3接通，液流進入夾緊油缸，使上夾3向下行，這時，鋼板被夾緊並彎曲至所需弧形，當上夾下行時觸動行程開關ΠB4，使電磁操縱滑閥(2)的3M2電磁鐵動作，接通擺動油缸的油路，通過撐杆1使整個夾具以軸4為中心而回轉，回轉角度約70°，此時鋼

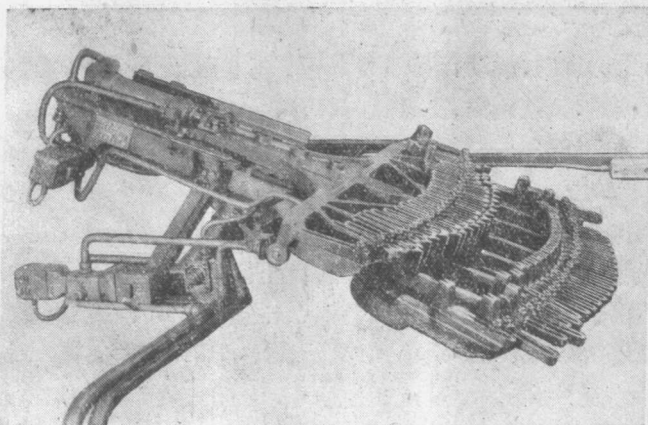


图 1 半自动汽车钢板弹簧热处理专用设备外形图

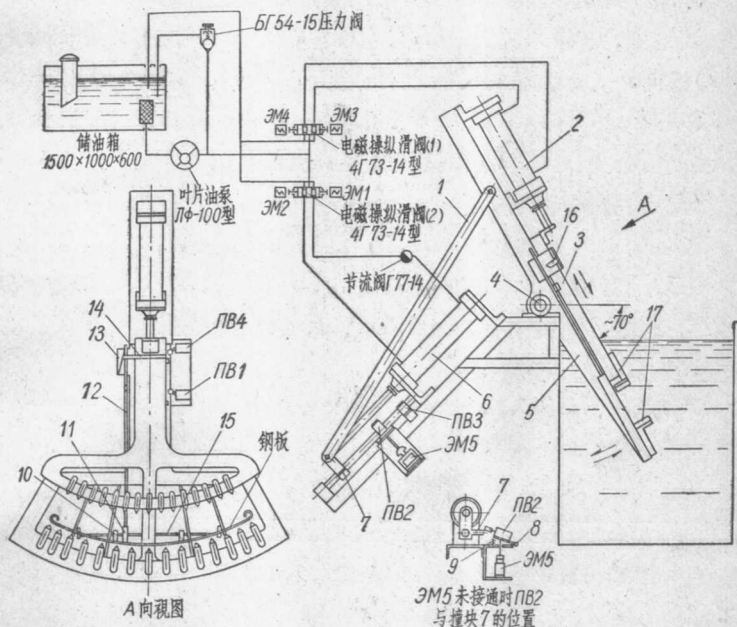


图 2 半自动汽车钢板弹簧热处理专用设备结构示意图

1—撑杆； 2—夹紧油缸； 3—上夹； 4—中心轴； 5—下来； 6—摆动油缸； 7—撞块； 8—铰链； 9—弹簧； 10—顶块； 11—齿条齿轮副； 12—拉杆； 13—楔块； 14—小轴； 15—轴； 16—棘块； 17—夹脚